

Dra. Araceli Celina Justo López
Directora de la Facultad de Ingeniería Mexicali
Presente.



Adjunto encontrará el reporte técnico del Ambiente Virtual de Aprendizaje Transformada de Laplace, mismo que fue diseñado e implementado del 12 de febrero al 04 de marzo de 2024. En el reporte encontrará el análisis de calidad del diagnóstico, los principales estadísticos, así como el impacto de la participación en el ambiente virtual de aprendizaje (AVA) sobre las calificaciones obtenidas en la unidad de aprendizaje de modelado y simulación de sistemas, para tal efecto se utilizan tres métodos estadísticos: una prueba t de muestras independientes, un análisis de correlación y un análisis de varianza (ANOVA), finalmente se hacen algunas recomendaciones.

Sin otro particular por el momento, quedamos a la expectativa de sus comentarios.

Atentamente


Dr. Maximiliano De Las Fuentes Lara


Dra. Wendolyn Elizabeth Aguilar Salinas

Responsables del AVA Funciones y Derivadas



Mexicali, Baja California, 18 de junio 2024

Reporte Técnico AVA Transformada de Laplace

**Tronco Común Ciencias de la Ingeniería, Facultad de Ingeniería
Mexicali, Universidad Autónoma de Baja California.**

Autores:

**Dra. Wendolyn Elizabeth Aguilar Salinas
Dr. Maximiliano De Las Fuentes Lara**

Mexicali, Baja California. Junio 2024

Resumen

Se diseñó e implementó un ambiente virtual de aprendizaje para mejorar los conocimientos matemáticos de los estudiantes que cursan la unidad de aprendizaje de modelado y simulación de sistemas en el programa educativo de ingeniería en mecatrónica, el contenido matemático del ambiente virtual de aprendizaje fue determinado por los miembros de los cuerpos académicos de ciencias básicas y física aplicada de la Facultad de Ingeniería Mexicali de la Universidad Autónoma de Baja California, así como también por los docentes que imparten la asignatura en cuestión, su contenido está basado en las habilidades y conocimientos matemáticos (particularmente de ecuaciones diferenciales) que requieren los estudiantes para mejorar el desempeño académico en las clases de modelado y simulación de sistemas. La metodología de construcción del ambiente virtual de aprendizaje implicó la configuración de un diseño instruccional para la elaboración virtual de los módulos instruccionales que motivan al estudiante la utilización de los recursos didácticos proporcionados. La puesta en escena del ambiente virtual de aprendizaje se llevó a cabo en la plataforma institucional BlackBoard durante el ciclo escolar 2024-1 con la participación de 29 (69%) estudiantes de un total de 42 alumnos inscritos oficialmente en el curso de modelado y simulación de sistemas. La media de las calificaciones es 58.14 ± 26.94 (media \pm desviación estándar). Existen evidencias que las mayores dificultades que tuvieron los estudiantes en la resolución de los sondeos se presentaron en la determinación de la transformada inversa de Laplace con funciones racionales y la resolución de ecuaciones diferenciales de primer orden sujeta a condiciones iniciales. También se encontró una correlación positiva entre la participación en el AVA y el desempeño en la unidad de aprendizaje de modelado y simulación de sistemas lo cual evidencia una conexión significativa entre la utilización efectiva del AVA y el éxito académico. Los hallazgos de este estudio de investigación proporcionan información valiosa para orientar la enseñanza y mejorar la comprensión y desempeño de los estudiantes en el área de las ecuaciones diferenciales en los programas de ingeniería

Tabla de contenidos



	Página
1. Introducción	5
1.1 Presentación del problema	6
1.2 Objetivos del reporte técnico	7
1.3 Alcances y limitaciones	7
2. Revisión de la literatura	8
3. Materiales y métodos	9
3.1 Materiales utilizados	9
3.2 Sujetos	10
3.3 Procedimiento de construcción de los instrumentos	10
4. Resultados y discusión	11
4.1 Resultados y discusión de la aplicación del instrumento de medición diagnóstico.	11
4.2 Resultados y discusión de la información obtenida en el AVA 2024-1	15
4.3 Análisis de reactivos con mayor dificultad	17
4.4 Análisis del impacto de la participación en el ambiente virtual de aprendizaje	19
4.5 Análisis de un diagrama de árbol	23
5. Conclusiones	25
6. Referencias bibliográficas	26

1. Introducción

La matemática es de gran importancia en la formación de un ingeniero, ya que constituye el lenguaje de modelación, el soporte simbólico con el cual expresan las leyes que rigen el objeto de su trabajo; está vinculada a las actividades de modelar, interpretar y comunicar en lenguaje preciso (Brito et al., 2011). La matemática es la herramienta más poderosa del ingeniero y su dominio le permitirá el progreso a lo largo de su formación profesional; adicionalmente, ayuda al desarrollo del razonamiento abstracto, el cual es fundamental en la formación del ingeniero (Ruiz et al., 2016).

Las matemáticas se presentan como un conocimiento imprescindible en una sociedad con un desarrollo tecnológico sin precedentes, sin embargo, es uno de los más inaccesibles para muchos estudiantes, ya que concentra un gran número de dificultades y fracasos (Carbonero y Navarro, 2006), lo que convierte a las matemáticas en un filtro crítico que condiciona la elección de carrera en los estudiantes (Sells, 1973). El propósito general de un curso de cálculo diferencial en una carrera de ingeniería es que los estudiantes apliquen los conceptos y procedimientos del cálculo en la diferenciación de funciones, mediante el uso de límites y teoremas de derivación, para resolver problemas cotidianos de ciencia e ingeniería.

Los sistemas en mecatrónica a menudo involucran componentes mecánicos, eléctricos, y de control, cuyo comportamiento puede describirse naturalmente mediante ecuaciones diferenciales. Estas ecuaciones permiten representar cómo cambian los estados del sistema con el tiempo, considerando las entradas y las condiciones iniciales. Por ejemplo, el movimiento de un brazo robótico, la dinámica de vehículos autónomos, o la respuesta de circuitos eléctricos se modelan eficazmente usando ecuaciones diferenciales (Karnopp, Margolis y Rosenberg, 2012).

En mecatrónica, el control de sistemas es crucial. Las ecuaciones diferenciales ayudan a analizar la estabilidad y la respuesta de los sistemas a diferentes tipos de entradas, lo que es esencial para el diseño de sistemas de control robustos y eficientes. La teoría del control utiliza ecuaciones diferenciales para diseñar controladores que aseguren el comportamiento deseado del sistema bajo variadas condiciones operativas (Ogata, 2010).

La simulación de sistemas mecatrónicos mediante software como MATLAB/Simulink o ANSYS (software de simulación por elementos finitos) se basa en la solución numérica de ecuaciones diferenciales. Estas herramientas permiten a los ingenieros predecir el comportamiento de los sistemas antes de construir prototipos físicos, ahorrando tiempo y recursos en el diseño y prueba de nuevos dispositivos y sistemas (Lyshevski, 2003).

Las ecuaciones diferenciales permiten a los ingenieros realizar ajustes y optimizaciones en el diseño de sistemas mecatrónicos al proporcionar un marco matemático riguroso para entender cómo las modificaciones en los parámetros del sistema afectan su comportamiento global. Esto es vital durante la fase de diseño iterativo, donde pequeñas modificaciones pueden tener impactos significativos en el desempeño del sistema (Franklin, Powell y Emami-Naeini, 2002).

1.1 Presentación del problema

Las deficiencias en el manejo y comprensión de las ecuaciones diferenciales pueden ocasionar serias dificultades para los estudiantes de ingeniería en cursos de modelado y simulación de sistemas, afectando tanto su aprendizaje como su desempeño general. Estas ecuaciones constituyen el fundamento para modelar la mayoría de los sistemas dinámicos en ingeniería. Cuando los estudiantes no comprenden bien estas herramientas matemáticas, enfrentan desafíos significativos para transformar problemas reales en modelos matemáticos apropiados, lo que a su vez limita su capacidad para llevar a cabo simulaciones precisas y efectivas. Esta limitación puede ser crítica, ya que, como señalan Karnopp, Margolis y Rosenberg (2012), la precisión en el modelado es esencial para el desarrollo y análisis de cualquier sistema ingenieril.

Por otro lado, la capacidad para simular sistemas de manera efectiva depende en gran medida de una sólida comprensión de las ecuaciones diferenciales. Los estudiantes que carecen de este conocimiento esencial pueden encontrar obstáculos al utilizar software especializado como ANSYS o MATLAB, que se basan en la resolución de estas ecuaciones para predecir cómo se comportarán los sistemas bajo diferentes parámetros y condiciones. Además, como Franklin, Powell y Emami-Naeini (2002) destacan, la deficiencia en esta área también afecta directamente la capacidad para diseñar controladores efectivos, pudiendo comprometer la estabilidad y eficiencia de los sistemas automatizados. Finalmente, la interpretación incorrecta de los resultados de las simulaciones puede llevar a decisiones de diseño erróneas, lo que subraya aún más la importancia de una formación robusta en ecuaciones diferenciales para los futuros ingenieros, especialmente aquellos involucrados en disciplinas que exigen un alto grado de modelado y simulación (Lyshevski, 2003).

El Plan de Desarrollo 2020-2024 de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Baja California (2021) identifica ciertas debilidades en el análisis de Fortalezas y Debilidades que requieren atención y tratamiento:

- Los índices de reprobación demandan intervención.
- Existe desconocimiento sobre las razones que explican la baja participación de los estudiantes en las asesorías académicas.
- Algunos indicadores de los procesos de los cursos propedéuticos y el curso propedéutico de nivelación académica para alumnos de nuevo ingreso (CPNAANI) reflejan resultados por debajo de la meta de rendimiento establecida para los estudiantes en dichos cursos.

Con estos antecedentes se propuso diseñar, implementar y evaluar de forma permanente un ambiente virtual de aprendizaje denominado Transformada de Laplace para la unidad de aprendizaje de modelado y simulación de sistemas en el programa educativo de ingeniería en mecatrónica con las directrices del modelo educativo de la UABC.

La creación de este Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) requirió la implementación de un Diseño Instruccional (DI), un proceso sistemático, planificado y estructurado esencial



para desarrollar cursos en modalidad presencial o virtual. Este diseño se fundamenta en teorías de aprendizaje y abarca desde la definición de lo que el profesor aspira que el estudiante aprenda hasta la evaluación formativa del proceso (Agudelo, 2009). Cuando el DI adopta una perspectiva constructivista, se espera que el profesor o diseñador de aprendizaje genere programas y materiales de naturaleza más facilitadora que prescriptiva (Guàrdia y Sangrà, 2005). Además, se necesita un cambio en la visión pedagógica que conlleve a una transformación de roles y funciones, superando el modelo tradicional de diseño instruccional hacia uno que demande mayor flexibilidad y apertura en los procesos de aprendizaje del estudiante (Umaña, 2009).

1.2 Objetivos del reporte técnico

Los objetivos del reporte técnico sobre el AVA Funciones y Derivadas son los siguientes.

- Evaluar y presentar un análisis detallado del rendimiento académico de los estudiantes en el AVA Transformada de Laplace.
- Describir la calidad del instrumento de medición diagnóstico.
- Evaluar el impacto de la participación en un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) sobre las calificaciones obtenidas en la unidad de aprendizaje de modelado y simulación de sistemas.
- Sugerir posibles mejoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje, así como estrategias específicas de intervención para abordar las áreas de dificultad identificadas.
- Contribuir a la evaluación continua de la calidad educativa de la institución y su capacidad para cumplir con los estándares académicos.

1.3 Alcances y limitaciones

A todos los estudiantes matriculados en el curso de modelado y simulación de sistemas, se les extiende una cordial invitación para participar de manera voluntaria en el AVA transformada de Laplace. Los profesores de modelado y simulación de sistemas también asumen el rol de promover la participación de sus alumnos en el AVA. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados, no se ha logrado alcanzar el 100% de participación estudiantil. Los resultados obtenidos en el evento han permitido identificar los temas que representan mayores dificultades para los estudiantes y ser tratados en la Academia de Matemáticas.

2. Revisión de la literatura

Los Ambientes Virtuales de Aprendizaje (AVA) son prácticas educativas que operan, se desarrollan y tienen lugar en Internet, permitiendo la comunicación efectiva y constante entre los usuarios (Coll y Monereo, 2008). Siguen los principios pedagógicos que guían el desarrollo de los temas establecidos para el aprendizaje (Dillenbourg, Schneider y Synteta, 2002), creando nuevos espacios de colaboración entre profesores y estudiantes y superando los paradigmas tradicionales de enseñanza, lo que impacta en el logro del aprendizaje (Brioli y Garcial, 2011; Betegón, et al., 2012; Osuna y Abarca, 2013).

En la misma línea, López, Ledesma y Escalera (2009) definen un Ambiente Virtual de Aprendizaje como el conjunto de entornos de interacción síncrona y asíncrona, donde, apoyándose en un programa curricular, se lleva a cabo el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante un sistema de gestión del aprendizaje.

AVA son un medio para compartir información, apoyar la comunicación e integración de diferentes tipos de recursos digitales, y facilitar el proceso de aprendizaje (Romero et al., 2014). De acuerdo con Pastran, Olivera y Cervantes (2020), su uso facilita la enseñanza, ya que permiten al docente acompañar a sus estudiantes durante su proceso de aprendizaje, especialmente en la educación a distancia.

Los recursos educativos son parte fundamental de los AVA, ya que la disponibilidad y variedad en sus formatos ofrecen la posibilidad de mejorar la calidad de los cursos en la enseñanza remota o tradicional (Valenzuela, Fragoso, Santaolaya y Muñoz, 2017), también responde a la necesidad real de compartir el conocimiento con facilidad de acceso y disponibilidad (Colomé, 2019).

3. Materiales y Métodos

El Ambiente Virtual de Aprendizaje Transformada de Laplace fue desarrollado mediante un Diseño Instruccional (DI) basado en enfoques constructivistas, creado por profesores de ciencias básicas de ingeniería y los que imparten la unidad de aprendizaje de modelado y simulación de sistemas. Este DI se enfocó en los contenidos matemáticos de ecuaciones diferenciales particularmente los fundamentos de la transformada de Laplace, buscando guiar a los estudiantes para construir activamente su comprensión y valorar su contribución cognitiva. Con cuatro etapas flexibles (análisis, diseño, producción, implementación y revisión continua), el diseño promovió un entorno propicio para la participación activa de los estudiantes, alineándose con las prácticas pedagógicas modernas.

En los siguientes apartados, se detalla la invitación a los estudiantes para participar en el AVA, las estrategias para fomentar su participación y la implementación del AVA durante el semestre 2024-1. Además, se presenta la población estudiantil involucrada y el procedimiento para evaluar su desempeño en el AVA Transformada de Laplace.

3.1 Materiales utilizados

Para el desarrollo del AVA, fue necesario crear un DI que guiará la secuencia de actividades de aprendizaje, así como métodos de evaluación para identificar los logros en el aprendizaje de parte de los estudiantes. El DI utilizado se basa en teorías constructivistas, lo que lleva al diseñador a descubrir la mejor combinación de materiales y actividades que guía al estudiante a comprender el valor de su construcción cognitiva para el aprendizaje futuro. Este DI consta de cuatro etapas de un sistema flexible en el que las etapas no son necesariamente secuenciales, sino de cierta manera simultáneas e influyen entre sí, en las que se encuentran: análisis, diseño, producción, implementación y revisión continua (Córica, Portalupi, Hernández y Bruno, 2010). Para los profesores involucrados en la creación del DI es evidente la preocupación por fomentar que la participación de los estudiantes sea más activa en el proceso de aprendizaje (Chiappe, 2008).

El DI fue estructurado por los profesores miembros del cuerpo académico de ciencias básicas de ingeniería y los profesores que imparten la clase de modelado tomando como base los contenidos matemáticos de la unidad de aprendizaje de ecuaciones diferenciales. El desarrollo del DI implica la planeación, la preparación y el diseño de los recursos y ambientes necesarios para que se lleve a cabo el aprendizaje (Bruner, 1969).

Este AVA se ejecuta en la plataforma Blackboard, brindando apoyo con materiales teóricos, recursos digitales, enlaces web que contienen grabaciones específicas de contenido y aplicaciones prácticas. Estructurado en 3 unidades y 3 metas, el AVA proporciona la organización para las actividades. Cada meta incluye instrucciones detalladas, fomentando la resolución de ejercicios o problemas estratégicos. La evaluación se realiza a través de sondeos en los que los estudiantes participan en cada meta, y la calificación se determina por

la suma de los resultados de los sondeos, con la opción de hasta dos intentos y considerando la calificación más alta.

3.2 Sujetos

A todos los estudiantes matriculados en el curso de modelado y simulación de sistemas, se les hace una cordial invitación para participar de forma voluntaria en el AVA Transformada de Laplace. Los profesores los animan a unirse a esta actividad, y las calificaciones obtenidas por los alumnos se comparten con sus profesores para su consideración correspondiente. A partir de este semestre 2024-1 se incentivó a los estudiantes a participar en el AVA mediante la posibilidad de obtener un crédito optativo para aquellos cuya calificación en el AVA transformada de Laplace fuera igual o superior a 80. El AVA se implementó en el periodo comprendido del 12 de febrero al 04 de marzo del año en curso. Un total de 42 estudiantes quedaron registrados en el AVA Transformada de Laplace, logrando una participación parcial o total en las actividades de 29 (69%) estudiantes.

3.3 Procedimiento de construcción de los instrumentos

Con el fin de evaluar el rendimiento de los estudiantes en el AVA Transformada de Laplace, se creó un banco de 70 ítems para incorporarlos en las encuestas asociadas a cada una de las 3 metas que componen el AVA. La calificación de los estudiantes se determina a partir de los resultados obtenidos en estas encuestas o sondeos, las cuales los estudiantes pueden realizar en hasta dos intentos, conservando la calificación más alta.

El banco de reactivos cuenta con las siguientes características: criterial, toda vez que tiene el propósito de evaluar el aprendizaje al informar qué puede hacer o no el examinado; está alineado con el currículo, ya que se desprende de una actividad para identificar lo esencial de éste y evaluarlo; cuenta con reactivos de opción múltiple (pues se pide al estudiante elegir la respuesta correcta de entre cuatro que se ofrecen).

Para la construcción del banco de reactivos se adoptó el modelo de Nitko (1994) para desarrollar exámenes orientados por el currículo. Dicho modelo fue complementado por la metodología para la construcción de test criterioles de Popham (1990) y con aportaciones metodológicas y operativas de Contreras (2000; 2004).

4. Resultados y discusión

Este apartado analiza los resultados obtenidos en la evaluación diagnóstica realizada antes de iniciar con las actividades del ambiente virtual de aprendizaje, así como los resultados alcanzados durante el uso del AVA de la Transformada de Laplace en el ciclo 2024-1. Se identifican y discuten los tópicos que presentaron mayores dificultades para los estudiantes, además de evaluar el impacto que el AVA ha tenido sobre las calificaciones finales de los estudiantes en su curso de modelado y simulación de sistemas en el programa educativo de ingeniero en mecatrónica, se adiciona un diagrama de árbol y su respectivo análisis a partir de las variables diagnóstico, AVA y el curso de modelado y simulación de sistemas. Este análisis es esencial para comprender en profundidad las áreas que requieren mayor atención y los aspectos donde el AVA ha contribuido significativamente al aprendizaje de los estudiantes.

4.1 Resultados y discusión de la aplicación del instrumento de medición diagnóstico

El desarrollo del instrumento de medición consta de 16 reactivos y se basó en el modelo de creación de exámenes basados en el currículo propuesto por Nitko (1994), enriquecido con la metodología de Popham (1990) para la construcción de tests criteriales y fortalecido con aportes metodológicos y operativos de Contreras (2000). Este instrumento está diseñado para evaluar habilidades y conocimientos esenciales de ecuaciones diferenciales, específicamente sobre la definición, transformada de Laplace, transformada inversa de Laplace y resolución de ecuaciones diferenciales lineales homogéneas y no homogéneas mediante transformada de Laplace, tópicos fundamentales para el éxito de los estudiantes en una clase de modelado y simulación de sistemas.

La evaluación de la calidad del instrumento se llevó a cabo siguiendo los principios de la teoría clásica de los tests (TCT), conforme a las recomendaciones de Carmines y Zeller (1987), lo que incluye análisis de confiabilidad, validez de contenido, así como índices de dificultad y discriminación. Este enfoque integral asegura que el instrumento no solo mida con precisión habilidades matemáticas específicas, sino que también se dirija con los objetivos educativos del programa y responda a las necesidades del currículo.

El proceso de validación de contenido es crucial para asegurar que los instrumentos de evaluación sean relevantes y adecuados, especialmente en áreas de matemáticas, donde la precisión del contenido es fundamental. Se realizó una validación de contenido exhaustiva, validando que los ítems del instrumento midieran eficazmente los procesos matemáticos deseados. Esta validación se apoyó en la selección de indicadores de logro pertinentes a las ecuaciones diferenciales en particular al tema de transformada de Laplace y en la evaluación de la validez de los ítems por un panel de expertos, conforme a la metodología respaldada por Alsina y Coronata (2014).

Un panel de jueces expertos, compuesto por profesores universitarios de matemáticas con amplia experiencia, revisó los 16 ítems del instrumento. Los expertos utilizaron una escala

de 0 a 4 para evaluar varios aspectos, como la correspondencia con los temas de cálculo diferencial, la demanda cognitiva, la claridad de la redacción, la independencia de los ítems, la adecuación de la dificultad, la admisibilidad de las opciones de respuesta, la precisión del vocabulario, y la corrección de errores ortográficos y gráficos.

Finalmente, se calculó el coeficiente de validez de contenido (CVC) para cada ítem usando metodologías de Hernández-Nieto (2002) y Gempp (2006), además de las contribuciones de Urrutia et al. (2014). Se mantuvieron solo aquellos ítems con un CVC igual o superior a 0.80, asegurando la alta calidad y pertinencia del instrumento.

El índice de dificultad (ID) de cada reactivo, esencial para determinar la efectividad con que los estudiantes resuelven problemas específicos, se calcula según la proporción de estudiantes que responden correctamente a cada ítem, siguiendo el método propuesto por Crocker y Algina (1986). Esta información es elemental para ajustar métodos de enseñanza y contenidos curriculares.

El índice de discriminación (IDC) de un reactivo mide su capacidad para diferenciar entre estudiantes de alto y bajo rendimiento en una prueba. Este índice indica cuán probable es que los estudiantes que generalmente obtienen buenos resultados acierten el reactivo, comparado con aquellos que suelen tener un rendimiento inferior.

La evaluación diagnóstica se llevó a cabo en la Facultad de Ingeniería Mexicali (FIM) de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) durante las primeras semanas del ciclo lectivo 2024-1. Participaron en esta evaluación 22 estudiantes de cuarto semestre, todos ellos habían aprobado previamente la unidad de aprendizaje de ecuaciones diferenciales.

Para asegurar la confiabilidad del instrumento utilizado, se aplicó el método de mitades partidas, obteniendo un coeficiente de fiabilidad de $r = 0.86$. Este valor, que supera el umbral recomendado de 0.80 para instrumentos estandarizados de gran escala, refleja una alta confiabilidad (Muñoz y Mato, 2008; Contreras y Backhoff, 2004).

Adicionalmente, la distribución de los puntajes totales fue analizada mediante la prueba delta de Ferguson, arrojando un valor de 0.91, lo que supera el criterio de aceptabilidad para la distribución de puntajes y confirma la idoneidad del instrumento para evaluar habilidades y conocimientos en ecuaciones diferenciales (Engelhardt, 2009; Ding et al., 2006).

En cuanto a la validez de contenido, participaron cuatro jueces y se obtuvo un CVC promedio de 0.97 ± 0.03 (media \pm desviación estándar) con un valor mínimo en el coeficiente de 0.90. Los números anteriores cumplen cabalmente con cada uno de los reactivos con los criterios considerados (Urrutia et al., 2014; Gempp, 2006; Hernández-Nieto, 2002).

El promedio del ID resultó ser de 0.57 ± 0.22 (media \pm desviación estándar), con un valor mínimo de 0.24 y un máximo de 0.90 cumpliendo con el criterio de Contreras y Backhoff (2004). El promedio del IDC es 0.35 ± 0.27 (media \pm desviación estándar), el cual es considerado como bueno (mayor que 0.3).

A continuación, se describen los reactivos 15 y 16 (Figuras 1 y 2) que son los de mayor complejidad para los estudiantes en la evaluación diagnóstica.

Figura 1. Reactivo 15 del instrumento de medición diagnóstica

¿Cuáles son las fracciones simples que se obtienen en el proceso de resolución de la ecuación diferencial $y' - y = 4$, sujeta a $y(0) = 1$ mediante transformada de Laplace?

(A) $y(s) = \frac{5}{s} + \frac{-4}{s-1}$

(B) $y(s) = \frac{-4}{s} + \frac{5}{s-1}$

Respuesta correcta

(C) $y(s) = \frac{4}{s} + \frac{-5}{s-1}$

(D) $y(s) = \frac{-5}{s} + \frac{4}{s-1}$

Para resolver correctamente el reactivo 15, que presenta un índice de dificultad de 0.24 sobre las fracciones simples obtenidas en el proceso de resolver ecuaciones diferenciales con condiciones iniciales mediante la transformada de Laplace, los estudiantes deben dominar la aplicación de la transformada de Laplace a ecuaciones diferenciales. Esto incluye el manejo de términos constantes y las derivadas de funciones, un conocimiento esencial para transformar adecuadamente las ecuaciones diferenciales del dominio del tiempo al dominio de Laplace (Kreyszig, 2011). Además, los estudiantes deben estar familiarizados con las propiedades de la transformada de Laplace, particularmente la transformada de las derivadas, lo que facilita la simplificación y resolución de las ecuaciones algebraicas resultantes de este proceso (Zill y Cullen, 2011).

Es igualmente necesario que posean la capacidad para descomponer expresiones algebraicas complejas en fracciones parciales, este paso es esencial para poder realizar correctamente la transformada inversa de Laplace y obtener la solución en el dominio del tiempo (Bronson y Costa, 2014; Spiegel y Lipschutz, 2009). La competencia en estas áreas no solo mejora la capacidad de resolver los reactivos propuestos, sino que también prepara a los estudiantes para aplicar estos conceptos en situaciones prácticas de ingeniería y otras ciencias aplicadas.

Para abordar correctamente el reactivo 16, con un índice de dificultad de 0.29, es elemental que el estudiante entienda qué es la transformada de Laplace y cómo se aplica a funciones individuales y a ecuaciones diferenciales completas. Esto requiere un conocimiento detallado de las transformadas de funciones básicas y cómo operan dentro de las ecuaciones diferenciales (Kreyszig, 2011). Además, es fundamental que el estudiante esté familiarizado con las propiedades clave de la transformada de Laplace, especialmente las transformadas de la primera y segunda derivadas, lo cual es esencial para manipular y resolver ecuaciones algebraicas derivadas de aplicar la transformada de Laplace (Zill & Cullen, 2011).

Figura 2. Reactivo 16 del instrumento de medición diagnóstica

El primer paso en el proceso de resolución de una ecuación diferencial lineal de segundo orden mediante transformada de Laplace es precisamente transformar la ecuación diferencial. ¿Cuál es la transformada de Laplace de la ecuación $y'' - 6y' + 9y = t$ sujeta a las condiciones $y(0) = 0$ y $y'(0) = 1$?

Ⓐ $y(s) = \frac{1-s^2}{[s-3][s+3]s^2}$

Ⓑ $y(s) = \frac{1-s^2}{[s-3][s-3]s}$

Ⓒ $y(s) = \frac{1+s^2}{[s+3][s-3]s^2}$

Ⓓ $y(s) = \frac{1+s^2}{[s-3][s-3]s^2}$

Respuesta correcta

La capacidad para simplificar expresiones complejas y aplicar correctamente las condiciones iniciales en la ecuación transformada es también vital. Esto permite al estudiante determinar las constantes necesarias o hacer ajustes adecuados a la ecuación de Laplace, asegurando la solución correcta al problema planteado (Bronson & Costa, 2014). Estas habilidades no solo son imprescindibles para resolver los reactivos específicos, sino que también son fundamentales para aplicar estos métodos en situaciones prácticas de ingeniería y otras ciencias aplicadas

4.2 Resultados y discusión de la información obtenida en el AVA 2024-1

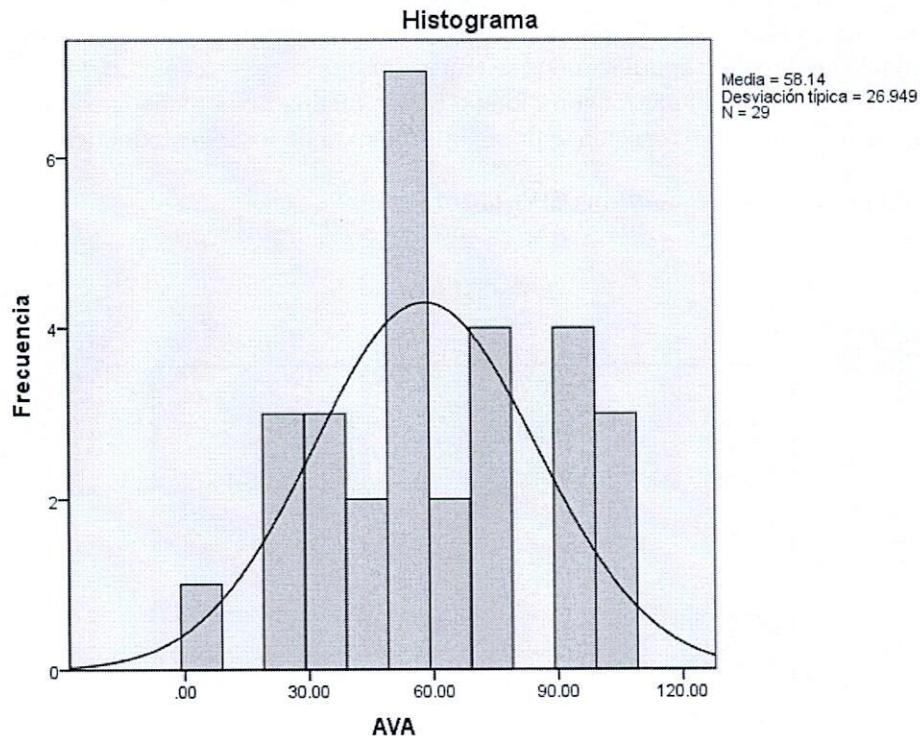
El AVA se ofertó mediante la plataforma Blackboard en el periodo comprendido del 12 de febrero al 04 de marzo del año en curso a todos los alumnos inscritos en la unidad de aprendizaje de modelado y simulación de sistemas durante el ciclo escolar 2024-1. De los 42 alumnos inscritos 29 (69%) participaron total o parcialmente. Los estadísticos principales se presentan en la Tabla 1 y solo se concentra la información de los 29 estudiantes.

Tabla 1. Estadísticos correspondientes al ciclo 2024-1

Estadísticos		
AVA		
N	Válidos	29
	Perdidos	0
Media		58.1379
Mediana		50.0000
Moda		50.00
Desv. típ.		26.94932
Varianza		726.266
Asimetría		.058
Error típ. de asimetría		.434
Curtosis		-.802
Error típ. de curtosis		.845
Rango		96.00
Mínimo		4.00
Máximo		100.00
Percentiles	25	39.0000
	50	50.0000
	75	81.0000

El AVA se desarrolla completamente en la plataforma Blackboard y contiene recursos, materiales y aplicaciones que los alumnos pueden utilizar, también incluye sondeos programados (que pueden hacer hasta en dos intentos conservando la puntuación más alta) para cada meta y de cada unidad. El resultado de dichos sondeos conforma la calificación, que en conjunto puede observarse en el histograma (Figura 3), las calificaciones son notificadas en tiempo y forma a sus respectivos profesores de modelado y simulación de sistemas al igual que se muestran a la Academia de Matemáticas las estadísticas correspondientes.

Figura 3. Histograma de las calificaciones de los estudiantes en el AVA durante el ciclo 2024-1.



Los resultados estadísticos del AVA sobre la Transformada de Laplace, que está dirigido a estudiantes de un curso de modelado y simulación de sistemas, arrojan luz sobre el rendimiento de los 29 estudiantes que participaron. Se registró una media de 58.14, mientras que la mediana de 50.00 revela que la mitad de los estudiantes tuvo dificultades, no superando dicha puntuación. Este dato, junto con la moda también establecida en 50, sugiere que un segmento significativo de la clase encontró retos en dominar el contenido. Además, la desviación estándar de 26.94 y una varianza de 726.27 reflejan una alta variabilidad en las puntuaciones, lo que señala una dispersión considerable en cómo los estudiantes manejaron el material del curso.

Adicionalmente, la ligera asimetría positiva de 0.058 y una curtosis de -0.802 indican que la distribución de las puntuaciones es relativamente simétrica y menos puntiaguda que una distribución normal, sugiriendo que las puntuaciones extremas fueron menos frecuentes. El rango de puntuaciones, que oscila entre 4 y 100, muestra que mientras algunos estudiantes casi no lograron puntos, otros alcanzaron la perfección. Los percentiles revelan que el 25% de los estudiantes logró 39 puntos o menos y el 75% no superó los 81 puntos, destacando que un cuarto de la clase mostró un manejo avanzado del material mientras que otro cuarto enfrentó dificultades significativas. Estos resultados apuntan hacia la necesidad de revisar y ajustar el contenido del AVA para asegurar que satisfice las necesidades de todos los estudiantes con la finalidad de facilitar una mejor comprensión y rendimiento en el tema de la Transformada de Laplace.

4.3 Análisis de reactivos con mayor dificultad

En este apartado se exhiben 2 reactivos representativos y sus respectivos indicadores de logro producto de los sondeos del AVA Transformada de Laplace, cuyo índice de dificultad es inferior a 0.5, esto significa que dichos ítems representan un nivel de dificultad alto o moderado para los estudiantes que participan. Además, se incluyen reflexiones sobre los indicadores que resaltan debido a su elevada dificultad, proporcionando un análisis más profundo de los elementos que los estudiantes encuentran particularmente complicados.

En el reactivo de la Figura 4, se solicita a los estudiantes determinar la transformada inversa de Laplace, Para lo cual es elemental que comprendan no solo la definición sino también los principios básicos de las transformadas de Laplace (Kreyszig, 2011). Además, es fundamental que tengan la habilidad de descomponer funciones racionales complejas en fracciones más simples, para posteriormente aplicar correctamente la transformada inversa de Laplace (Spiegel & Lipschutz, 2009). Este proceso requiere identificar y expresar la función como una suma de componentes más sencillos, cuyas transformadas inversas sean conocidas o más fáciles de calcular.

Figura 4. Reactivo de la meta 2.1 del AVA transformada de Laplace

¿Cuál es la Transformada Inversa de Laplace de la función $F(s) = \frac{s+4}{(s-3)(s-1)(s+2)}$?

(A) $f(t) = -\frac{5}{6}e^t + \frac{7}{10}e^{3t} + \frac{2}{15}e^{-2t}$

Respuesta correcta

(B) $f(t) = \frac{5}{6}e^t + \frac{7}{10}e^{3t} + \frac{2}{15}e^{-2t}$

(C) $f(t) = -\frac{5}{6}e^t + \frac{7}{10}e^{3t} - \frac{2}{15}e^{-2t}$

(D) $f(t) = \frac{5}{6}e^t - \frac{7}{10}e^{3t} + \frac{2}{15}e^{-2t}$

Además, es imprescindible que los estudiantes estén versados en el uso de tablas estándar de transformadas de Laplace, las cuales son vitales para encontrar la transformada inversa de los términos simplificados resultantes de la descomposición en fracciones parciales (Bronson & Costa, 2014). Asimismo, deben poseer habilidades sólidas en álgebra para manejar eficientemente expresiones y resolver ecuaciones durante este proceso de descomposición, así como para combinar adecuadamente los resultados obtenidos de las transformadas inversas de los componentes descompuestos (Zill & Cullen, 2011).

El reactivo presentado en la Figura 5, que corresponde a la meta 3.1 del AVA, solicita a los estudiantes resolver ecuaciones diferenciales de primer orden sujetas a condiciones iniciales utilizando la transformada de Laplace. Para abordar este tipo de problemas, es esencial que los estudiantes comprendan la definición de la transformada de Laplace y cómo se aplica a ecuaciones diferenciales. Esto incluye conocer las transformadas de funciones comunes y cómo estas transformadas convierten las operaciones diferenciales en operaciones algebraicas, facilitando así su manejo (Kreyszig, 2011). Además, se requiere el conocimiento y la aplicación de propiedades relevantes de la transformada de Laplace, tales como la linealidad y la transformada de la derivada (Bronson y Costa, 2014)

Figura 5. Reactivo de la meta 3.1 del AVA transformada de Laplace

¿Cuál es la solución de la ecuación diferencial $y' - y = -t + 1$ sujeta a $y(0) = 1$?

(A) $y = t + e^t$

Respuesta correcta

(B) $y = -t + e^t$

(C) $y = t - e^t$

(D) $y = -t - e^t$

Los estudiantes deben ser capaces de aplicar la transformada de Laplace a ambos lados de una ecuación diferencial, utilizando estas propiedades para simplificar la expresión resultante y resolver la transformada de la función desconocida. Una vez obtenida la solución en el dominio de Laplace, es importante que sepan cómo realizar la transformada inversa de Laplace para regresar al dominio del tiempo (Zill & Cullen, 2011). Además, es fundamental que utilicen adecuadamente las tablas de transformadas de Laplace para encontrar tanto la transformada como la transformada inversa de Laplace de funciones comunes y sus combinaciones (Spiegel & Lipschutz, 2009).

4.4 Análisis del impacto de la participación en el ambiente virtual de aprendizaje

En este apartado se aborda el impacto de la participación en un ambiente virtual de aprendizaje sobre las calificaciones obtenidas en el curso de modelado y simulación de sistemas, utilizando tres métodos estadísticos: una prueba t de muestras independientes, un análisis de correlación y un análisis de varianza (ANOVA). Estos análisis se centran en evaluar la eficacia del AVA Transformada de Laplace impartido durante el primer mes del ciclo 2024-1 a estudiantes de ingeniería. El AVA cubre conceptos fundamentales de ecuaciones diferenciales, esenciales para el éxito en el curso de modelado y simulación de sistemas. Todos los estudiantes inscritos en la unidad de aprendizaje de modelado participan en este ambiente virtual, lo que proporciona una base uniforme para evaluar la influencia del AVA en el desempeño académico.

En el análisis de la prueba T para evaluar el impacto del ambiente virtual de aprendizaje en las calificaciones del curso de modelado y simulación de sistemas, se identificaron dos grupos principales (Tabla 1): el Grupo 1, compuesto por 13 estudiantes que no participaron en el ambiente virtual, y el Grupo 2, con 29 estudiantes que sí participaron. Las estadísticas descriptivas revelan diferencias significativas entre los dos grupos. El Grupo 1 tiene una media de calificaciones de 25.61 con una desviación estándar de 34.03 y un error estándar de la media de 9.43. Por otro lado, el Grupo 2 muestra una media significativamente más alta de 63.72, una desviación estándar de 33.12 y un error estándar de la media de 6.15.

Tabla 1. Estadístico de grupo para las calificaciones del curso de modelado 2024-1.

Estadísticos de grupo					
	Tipo	N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Modelado	1.00	13	25.6154	34.03317	9.43910
	2.00	29	63.7241	33.12843	6.15179

La prueba de Levene (Tabla 2) para la igualdad de varianzas resultó en un valor F de 0.673 con una significancia de 0.417, lo que llevó a no rechazar la hipótesis de igualdad de varianzas y sugiere que las varianzas entre los dos grupos no son estadísticamente diferentes. La prueba T para la igualdad de medias, asumiendo varianzas iguales, mostró un valor t de -3.41 y una significancia bilateral de 0.417. La diferencia de medias entre los grupos fue de -38.10, con un error estándar de la diferencia de 11.14.

Tabla 2. Prueba de muestras independientes para las calificaciones del curso de cálculo diferencial 2023-2.

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Modelado	Se han asumido varianzas iguales	.673	.417	-3.418	40	.001	-38.10875	11.14890	-60.64152	-15.57599
	No se han asumido varianzas iguales			-3.382	22.611	.003	-38.10875	11.26682	-61.43816	-14.77935

El análisis de la correlación Pearson (Tabla 3) analiza las relaciones entre las calificaciones del diagnóstico, la unidad de aprendizaje de modelado y simulación de sistemas y el AVA Transformada de Laplace. Los resultados muestran que todas estas áreas están positivamente correlacionadas entre sí, lo que sugiere que los estudiantes que obtienen altas calificaciones en una de estas categorías tienden a obtener calificaciones altas en las otras.

Específicamente, la correlación entre las calificaciones del diagnóstico y la clase de modelado es moderadamente alta (.570), indicando que mejoras en el diagnóstico están asociadas con mejoras en modelado y simulación de sistemas, siendo esta relación estadísticamente significativa ($p < .01$). Además, la relación entre las calificaciones del diagnóstico y el AVA es aún más fuerte (.690), lo que sugiere una fuerte asociación entre el desempeño en estas dos calificaciones. Por último, la correlación entre las calificaciones del curso de modelado y el AVA (.454) también es positiva y estadísticamente significativa, aunque es la menos fuerte de las tres. Esto reafirma la idea de que un desempeño sólido en una de estas áreas es indicativo de buenos resultados en las demás.

Tabla 3. Coeficiente de correlación calificaciones del diagnóstico, AVA y modelado
Correlaciones

		Diagnóstico	Modelado	AVA
Diagnóstico	Correlación de Pearson	1	.570**	.690**
	Sig. (bilateral)		.000	.000
	N	42	42	42
Modelado	Correlación de Pearson	.570**	1	.454**
	Sig. (bilateral)	.000		.003
	N	42	42	42
AVA	Correlación de Pearson	.690**	.454**	1
	Sig. (bilateral)	.000	.003	
	N	42	42	42

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Esta correlación no solo destaca la importancia del ambiente virtual en fortalecer las habilidades matemáticas necesarias para el curso de modelado, sino que también subraya la importancia de integrar recursos de aprendizaje digitales en la educación de ingeniería.

En vista de estos resultados positivos, se recomienda no solo mantener sino también fortalecer el contenido y las actividades ofrecidas en el ambiente virtual. Asimismo, se sugiere fomentar una mayor participación activa en este ambiente desde el inicio del curso de modelado y simulación de sistemas para maximizar los beneficios de los estudiantes.

Finalmente, para garantizar y amplificar este impacto positivo, es importante implementar mecanismos de seguimiento y evaluación continua que permitan ajustar y mejorar continuamente la eficacia del ambiente virtual.

Esto es fundamental para asegurar que estas herramientas digitales sigan siendo relevantes y efectivas en mejorar las competencias matemáticas de los estudiantes de ingeniería, preparándolos mejor para enfrentar los retos de sus futuras asignaturas y actividades académicas.

El análisis de varianza (ANOVA) realizado tiene como objetivo evaluar las diferencias en las calificaciones obtenidas en el curso de modelado y simulación de sistemas, tomando como base el nivel de participación y rendimiento de los estudiantes en un ambiente virtual de aprendizaje centrado en la transformada de Laplace.

Para este estudio, se establecieron cinco grupos codificados en función de su desempeño en el ambiente virtual: el Grupo 1, constituido por estudiantes que no participaron en el ambiente virtual (12 estudiantes); el Grupo 2, aquellos con calificaciones entre 1 y 25 (5 estudiantes); el Grupo 3, con calificaciones entre 26 y 50 (11 estudiantes); el Grupo 4, con calificaciones entre 51 y 75 (7 estudiantes); y el Grupo 5, estudiantes con calificaciones superiores a 76 (7 estudiantes), alcanzando una media de 70.86 (Tabla 4).

Tabla 4. Descriptivos de diferencias en las calificaciones del curso de cálculo diferencial

Descriptivos								
Modelado								
	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
1.00	12	22.5833	33.66265	9.71757	1.1951	43.9716	.00	80.00
2.00	5	56.2000	11.96662	5.35164	41.3415	71.0585	35.00	64.00
3.00	11	61.4545	36.99017	11.15296	36.6042	86.3049	.00	100.00
4.00	7	65.2857	33.69329	12.73487	34.1246	96.4468	11.00	100.00
5.00	7	70.8571	38.62827	14.60011	35.1320	106.5823	.00	100.00
Total	42	51.9286	37.50278	5.78680	40.2419	63.6153	.00	100.00

Las estadísticas descriptivas indican que las medias de calificaciones en el curso de modelado y simulación de sistemas incrementan con el nivel de participación en el ambiente virtual. Específicamente, las medias son: 22.5833 para el Grupo 1, 56.2000 para el Grupo 2, 61.4545 para el Grupo 3, 65.2857 para el Grupo 4, y 70.8571 para el Grupo 5. Esto muestra una tendencia clara de mejora en las calificaciones a medida que aumenta la integración con el recurso educativo digital.

La Prueba de Homogeneidad de Varianzas (Tabla 5), que arrojó un Estadístico de Levene de 2.073 con una significancia de 0.104, sugiere que no existen diferencias significativas en las varianzas entre los grupos. Por otro lado, el ANOVA mostró un valor F de 3.305 con una significancia de 0.021, indicando diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Tabla 5. Prueba de homogeneidad de varianzas y prueba de Levene

Prueba de homogeneidad de varianzas

Modelado

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
2.073	4	37	.104

ANOVA

Modelado

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	15180.056	4	3795.014	3.305	.021
Intra-grupos	42484.730	37	1148.236		
Total	57664.786	41			

En el análisis de subconjuntos homogéneos, utilizando la prueba de Tukey, no se encontraron diferencias significativas entre los grupos de más alta calificación (Grupos 2, 3, 4 y 5), ni entre los Grupos 1, 2, 3 y 4. Sin embargo, se observaron contrastes significativos entre el Grupo 1 y los grupos de mayor calificación.

Tabla 6. Prueba post hoc de Tukey
Subconjuntos homogéneos

Modelado

	Clasificación	N	Subconjunto para alfa = 0.1	
			1	2
HSD de Tukey ^{a, b}	1.00	12	22.5833	
	2.00	5	56.2000	56.2000
	3.00	11	61.4545	61.4545
	4.00	7	65.2857	65.2857
	5.00	7		70.8571
	Sig.		.124	.916

Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Usa el tamaño muestral de la media armónica = 7.576.

b. Los tamaños de los grupos no son iguales. Se utilizará la media armónica de los tamaños de los grupos. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

En conclusión, el ANOVA confirma una correlación positiva entre el nivel de participación y rendimiento en el ambiente virtual y las calificaciones obtenidas en el curso de modelado y simulación de sistemas. Los estudiantes con mayor desempeño en el ambiente virtual tienden a obtener calificaciones significativamente mejores. Este resultado respalda la efectividad de los ambientes virtuales de aprendizaje como herramientas de apoyo en la enseñanza de materias técnicas avanzadas, particularmente en aquellas que implican métodos matemáticos complejos como la transformada de Laplace. Se recomienda continuar fomentando la participación activa en estos ambientes virtuales para mejorar los resultados educativos y preparar a los estudiantes de manera más efectiva.

4.5 Análisis de un diagrama de árbol

El diagrama de árbol (figura 6) representa las relaciones y dependencias entre tres variables principales: si los estudiantes realizaron un diagnóstico inicial, si participaron en actividades del AVA, y si acreditaron la unidad de aprendizaje de Modelado y Simulación de Sistemas.

Figura 6. Diagrama de árbol con las variables de participación y acreditación del diagnóstico, AVA y la clase de modelado y simulación de sistemas.

					Acreditaron MySS	0.0952381
				Acreditaron AVA	4	
				4	No acreditaron MyS	0
		Hicieron AVA	0.4	0		
		10		0		
	Acreditó diagnóstico	1		Acreditaron MySS	5	0.1190476
	10			No acreditaron AVA	6	
	0.344828			0.6	0.833333333	
					No acreditaron MyS	0.0238095
		No hicieron AVA		1		
		0		0.166666667		
		0		Acreditaron MySS	4	0.0952381
	Hicieron diagnóstico			0.5		
	29			Acreditaron AVA	8	
	0.690476			0.470588235	No acreditaron MyS	0.0952381
					4	
				0.5		
		Hicieron AVA		Acreditaron MySS	6	0.1428571
		17		No acreditaron AVA	9	
		0.894736842		0.529411765	0.666666667	
		No acreditó diagnóstico			No acreditaron MyS	0.0714286
		19			3	
Registrados		19			0.333333333	
42		0.655172				
				Acreditaron MySS		0.047619
		No hicieron AVA		2		
		2		1		
		0.105263158		No acreditaron MySS		0
				0		
				0	Acreditaron MySS	0
				Acreditaron AVA	0	
				1	No acreditaron MyS	0.0238095
	No hicieron diagnóstico			0.5	1	
	13				1	
	0.309524	Hicieron AVA			Acreditaron MySS	0.0238095
		2			1	
		0.153846154		No acreditaron AVA	1	
				1	1	
				0.5	No acreditaron MyS	0
					0	
					0	
		No hicieron AVA		Acreditaron MySS		0.0714286
		11		3		
		0.846153846		0.272727273		
				No acreditaron MySS		0.1904762
				8		
				0.727272727		
						1

A partir de la revisión del diagrama de árbol se escriben las siguientes aseveraciones:

Un estudiante que participa en las actividades del diagnóstico y el AVA (acreditando o no) tiene una probabilidad 4.33 veces mayor que un estudiante que no participa ni en el diagnóstico ni en el AVA.

El 19% de los estudiantes registrados en la unidad de aprendizaje de modelado que no participa ni en el diagnóstico ni en el AVA no acreditan la unidad de aprendizaje de modelado, considerar que del total de estudiantes (42) no acreditan la unidad de aprendizaje de modelado 17 que representa el 40%.

Un estudiante que participó o no en el diagnóstico, pero realizó actividades en el ambiente virtual de aprendizaje independientemente de acreditarlo o no, cuenta con una probabilidad de 4.0 veces mayor que un estudiante que no participa en el AVA.

La participación en el AVA dentro de cada grupo de diagnóstico muestra variaciones en las tasas de acreditación del curso de modelado y simulación de sistemas. Por ejemplo, entre los que hicieron un diagnóstico, aquellos que participaron en el AVA parecen tener tasas más altas de acreditación en la clase de modelado comparados con los que no participaron. Esto sugiere que el AVA es una herramienta efectiva para mejorar el desempeño académico.

5. Conclusiones

La concepción, implementación y evaluación del Ambiente Virtual de Aprendizaje (AVA) Transformada de Laplace demanda una inversión considerable en términos económicos, administrativos y académicos. No obstante, los análisis realizados hasta el momento resaltan aspectos de impacto positivo en el rendimiento de los estudiantes en la unidad de aprendizaje de modelado y simulación de sistemas.

La correlación positiva entre la participación en el AVA y el desempeño en la unidad de aprendizaje de modelado evidencia una conexión significativa entre la utilización efectiva del AVA y el éxito académico. El diagnóstico inicial se erige también como un factor predictor fundamenta tanto en el rendimiento del AVA como en la clase de modelado.

La participación en actividades específicas del AVA muestra un impacto diferenciado en el rendimiento, resaltando la importancia de identificar y fortalecer áreas específicas de los módulos. La participación activa en el AVA se asocia con una mayor probabilidad de acreditar la clase de modelado, subrayando su influencia en el desempeño estudiantil.

La implementación de créditos optativos ha demostrado ser un incentivo efectivo para la participación, indicando que estrategias similares podrían mantener e incluso incrementar la implicación estudiantil.

6. Referencias bibliográficas

Agudelo, M. (2009). Importancia del diseño instruccional en ambientes virtuales de aprendizaje. En J. Sánchez (Ed.): *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, 5, 118 – 127, Santiago de Chile.

Alsina, Á. y Coronata, C. (2014). Los procesos matemáticos en las prácticas docentes: diseño, construcción y validación de un instrumento de evaluación. *Educación Matemática En La Infancia*, 3 (2), 23-36. <http://www.edma0-6.es/index.php/edma0-6/article/view/129>

Betegón, L., Fossas, M., Martínez, E. y Ramos, M. (2012). Entornos virtuales como apoyo a la docencia universitaria presencial: utilidad de Moodle. *Anuario Jurídico y Económico Escurialense*, XLIII, 273-302.

Brioli, C. y Garcial, I. (2011). Referente teórico y metodológico para el diseño instruccional de entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje (EVEA). *Docencia universitaria*, XII (2), 71-99.

Brito, M., Alemán, I., Fraga, E., Para, J. y Arias, R. (2011). Papel de la modelación matemática en la formación de los ingenieros. *Ingeniería Mecánica*, 14 (2), 129-139. <http://scielo.sld.cu/pdf/im/v14n2/im05211.pdf>

Bronson, R., & Costa, G. (2014). *Schaum's Outline of Differential Equations* (4th ed.). McGraw-Hill Education.

Bruner, J. S. (1969). *Hacia una teoría de la instrucción*. México: Uthea.

Carbonero, M. A. y Navarro, J. C. (2006). Entrenamiento de alumnos de educación superior en estrategias de aprendizaje en matemáticas. *Psicothema*, 18 (3), 348-352.

Carmines, E. y Zeller, R. (1987). *Reliability and Validity Assessment assessment* [Evaluación de la fiabilidad y la validez]. Sage

Coll, C. y Monereo, C. (2008). *Psicología de la educación virtual*. Madrid: Ediciones Morata, S. L.

Colomé, D. (2019). Objetos de aprendizaje y recursos educativos abiertos en educación superior. *EduTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (69), 89-101. <https://doi.org/10.21556/edutec.2019.69.1221>

Contreras Niño, Luis Ángel (2000), *Desarrollo y pilotaje de un examen de español para la educación primaria en Baja California*, Tesis de Maestría, Ensenada, Universidad Autónoma de Baja California.

Contreras Niño, Luis Ángel y Eduardo Backhoff Escudero (2004), “Metodología para elaborar exámenes criteriosales alineados al currículo”, en Sandra Castañeda Figueiras (ed.),

Educación, aprendizaje y cognición, teoría en la práctica, México, Manual Moderno, pp. 298-323.

Córica, J. L., Portalupi, C., Hernández, M. L. y Bruno, A. (2010). Fundamentos de diseño de materiales para educación a distancia. 1ª edición, Editorial Virtual Argentina, Mendoza, Argentina.

Crocker, L. y Algina, J. (1986). Introduction to classical and modern test theory [Introducción a la teoría de la prueba clásica y moderna]. Holt, Rinehart and Winston.

Chiappe, A. (2008). Diseño instruccional: oficio, fase y proceso. Educación y Educadores, 11(2), 229-239.

Dillenbourg, P., Schneider, D. y Synteta, P. (2002). Virtual Learning Environments. Proceedings of the 3rd Hellenic Conference "Information & Communication Technologies in Education", 3-18.

Ding, L., Chabay, R., Sherwood, B. y Beichner, R. (2006). Evaluating an electricity and magnetism assessment tool: Brief electricity and magnetism assessment [Evaluación de una herramienta de valoración de la electricidad y el magnetismo: breve evaluación de la electricidad y el magnetismo]. Physical Review Special Topics - Physics Education Research, 2 (1). <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.2.010105>

Engelhardt, P. (2009). An introduction to classical test theory as applied to conceptual multiple-choice tests [Introducción a la teoría clásica de los tests aplicada a los tests conceptuales de elección múltiple]. Getting Started in PER, 2(1).

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California. (2021). Plan de desarrollo 2020-2024. Mexicali, B.C., México.

Franklin, G. F., Powell, J. D., & Emami-Naeini, A. (2002). Feedback Control of Dynamic Systems (4th ed.). Prentice Hall.

Gempp, R. (2006). El error estándar de medida y la puntuación verdadera de los tests psicológicos: algunas recomendaciones prácticas. Terapia psicológica, 24 (2), 117-129. <https://www.redalyc.org/pdf/785/78524201.pdf>

Guàrdia, L. y Sangrà, A. (2005). Diseño instruccional y objetos de aprendizaje; hacia un modelo para el diseño de actividades de evaluación del aprendizaje on-line. RED. Revista de Educación a Distancia, 4, 1-14. Recuperado de: <https://www.um.es/ead/red/M4/guardia17.pdf>

Hernández-Nieto, R. (2002). Contributions to statistical analysis [Contribuciones al análisis estadístico]. Universidad de Los Andes.

Karnopp, D., Margolis, D., & Rosenberg, R. (2012). System Dynamics: Modeling, Simulation, and Control of Mechatronic Systems (5th ed.). Wiley.

Reporte técnico elaborado por: Dr. Maximiliano De Las Fuentes Lara / Dra. Wendolyn Elizabeth Aguilar Salinas / junio 2024

- Kreyszig, E. (2011). *Advanced Engineering Mathematics* (10th ed.). John Wiley & Sons.
- López Rayón Parra, A., Ledesma Saucedo, R., y Escalera Escajeda, S. (2009). *Ambientes Virtuales de Aprendizaje* (documento inédito). Recuperado de www.comunidades.ipn.mx/.../168ambientes%20virtuales%20de%20aprendizaje.
- Lyshevski, S. E. (2003). *MEMS and NEMS: Systems, Devices, and Structures*. CRC Press.
- Muñoz, J. y Mato, M. (2008). Análisis de las actitudes respecto a las matemáticas en alumnos de ESO. *Revista de Investigación Educativa*, 26 (1), 209-226. <http://revistas.um.es/rie/article/view/94181>
- Nitko, Anthony J. (1994), A Model for Developing Curriculum-Driven Criterion-Referenced and Norm-Referenced National Examinations for Certification and Selection of Students, Conferencia Internacional sobre Evaluación y Medición Educativas, Pretoria, Asociación para el Estudio de la Evaluación Educativa en Sudáfrica (ASSESA), julio de 1994.
- Ogata, K. (2010). *Modern Control Engineering* (5th ed.). Prentice Hall.
- Osuna, F. y Abarca, F. (2013). Los nuevos roles en entornos educativos extendidos en red. La experiencia de diseño de un entorno virtual de aprendizaje en educación superior. *Revista de Docencia Universitaria*, 11(2).
- Pastran, M.; Olivera, N. A. y Cervantes, D. (2020). En tiempos de coronavirus: las TIC's son una buena alternativa para la educación remota. *Revista Redipe*, 9(8), 158-65. Recuperado de: <https://revista.redipe.org/index.php/1/article/view/1048>
- Popham, W. James (1990), *Modern Educational Measurement: A practitioner's perspective*, Boston, Allyn and Bacon.
- Romero, A.; Vázquez, M.; Baltazar, N.; García, M.; Sandoval, R. y López, F. (2014). Modelo pedagógico para el asesoramiento académico en entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje de la Universidad Autónoma del Estado de México. *Apertura*, 6(2), 1-15. Recuperado de: <http://www.udgvirtual.udg.mx/apertura/index.php/apertura/article/view/548>
- Ruiz, E. F., Carmona, E. A. y Montiel, A. S. (2016). Importancia del cálculo en el desarrollo académico del ingeniero. *Pistas Educativas*, 120, noviembre de 2016, 402-420.
- Sells, L. W. (1973). *High School Mathematics as the Critical Filter in the Job Market*
- Spiegel, M. R., & Lipschutz, S. (2009). *Schaum's Outline of Laplace Transforms*. McGraw-Hill Education.
- Umaña, A. C. (2009). Consideraciones pedagógicas para el diseño instruccional constructivista. *Innovaciones Educativas*, 11(16), 1-18.

Urrutia, M., Barrios, S., Gutiérrez, M. y Mayorga, M. (2014). Métodos óptimos para determinar validez de contenido. *Educación Médica Superior*, 28 (3), 547-558. <http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v28n3/ems14314.pdf>

Valenzuela, B. D.; Fragoso, O. G.; Santaolaya, R. & Muñoz, J. (2017). Educational resources as learning Web services, an alternative point of view to learning objects. *IEEE Latin America Transactions*, 15(4), 711-719. <http://doi.org/10.1109/TLA.2017.7896399>.

Zill, D. G., & Cullen, M. R. (2011). *Differential Equations with Boundary-Value Problems* (8th ed.). Brooks/Cole, Cengage Learning.